

REALIZZAZIONE DI OPERE DI LAMINAZIONE NELL'ALTO SEVESO

CUP: B83H19000350002 – CIG: 8150878D4C

(CO-E-158)

PROGETTO DEFINITIVO

MARZO 2022

ELABORATO:

RELAZIONE GEOLOGICA - IDROGEOLOGICA ZONA SUD

REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDAZIONE	VERIFICA
00	PRIMA EMISSIONE	MARZO 2022	S. Frati	G. B. Peduzzi
01				

RUP

Dott. Ing. MARCO LA VEGLIA

ATI:

MANDATARIA



20133 MILANO – via Bassini, 23 – tel. 0226681264
fax 0226681553 – E-Mail: etatec@etatec.it

Prof. Ing. ALESSANDRO PAOLETTI
Dott. Ing. GIOVANNI BATTISTA PEDUZZI
Dott. Ing. STEFANO CROCI
Dott. Ing. FILIPPO MALINGENGO
Dott. Ing. VINCENZO CICCARELLI

MANDANTI

STUDIO PAOLETTI
INGEGNERI ASSOCIATI

20133 MILANO – via Bassini, 23 – tel. 0226681264
fax 0226681553 – E-Mail: studiopaoletti@etatec.it

Dott. Ing. CRISTINA GIUSEPPINA PASSONI

Studio Frati
geologia applicata

22079 VILLA GUARDIA (CO) – via Monte Grappa, 43a
Tel 3388587308 – E-Mail: frati@geologi.it

Dott. Geol. STEFANO FRATI

FABRIZIO MONZA
ARCHITETTO

20014 NERVIANO (MI) – via Ticino, 27
Tel. 0331415944 – E-Mail: studio@archimonza.it

Arch. FABRIZIO MONZA


DOTT. SSA
ILARIA FRONTORI
ARCHEOLOGA

20093 COLOGNO MONZESE (MI) – via Santa Margherita, 14
Tel. 3383775512 – E-Mail: ilaria.frontori@gmail.com

Dott. ILARIA FRONTORI

TIPOLOGIA

PD

COMMESSA

250–46

DOCUMENTO

ATTI

NUMERO

A.4.4.4

INDICE

1. PREMESSA.....	1
2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO – GEOMORFOLOGICO	1
3. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO.....	3
4. RISULTANZE STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE TERRITORIALE: STUDIO GEOLOGICO COMUNALE	5
4.1 COMUNE DI GRANDATE	5
4.2 COMUNE DI LUISAGO.....	8
4.3 COMUNE DI VILLA GUARDIA	11
5. INDAGINI PREGRESSE.....	14
5.1 INDAGINI PER AMPLIAMENTO CENTRALE DI POMPAGGIO DEL PUBBLICO ACQUEDOTTO DENOMINATA “FONTANINO”.....	14
6. INDAGINI REALIZZATE	16
7. RICOSTRUZIONE DELLA PIEZOMETRIA LOCALE	18
8. ASPETTI SIMICI.....	19
8.1 INQUADRAMENTO SISMICO	19
8.2 MODELLO SISMICO E SECONDO LIVELLO DI APPROFONDIMENTO.....	20
9. MODELLO GEOLOGICO	23
9.1 MODELLO GENERALE.....	23
9.2 ASPETTI LITOTECNICI.....	29
10. ASPETTI AMBIENTALI	31

Mandanti:

I

1. PREMESSA

La presente relazione riporta nello specifico i caratteri geologici dell'Area Sud. Per gli inquadramenti di carattere generale si rimanda all'apposita relazione di inquadramento.

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO – GEOMORFOLOGICO

Le descrizioni geologiche di dettaglio sono state desunte da analisi e studi precedenti. Particolare attenzione è stata posta all'analisi della componente geologica, idrogeologica e sismica a supporto dei PGT vigenti dei diversi comuni interessati.

L'area in esame è ubicata in corrispondenza della piana fluviale del Torrente Seveso.

Il substrato roccioso, affiorante o subaffiorante a est e ad ovest della piana in esame, è costituito da litotipi appartenenti alla formazione della Gonfolite Lombarda; in corrispondenza dell'area di intervento, esso è presente ad una profondità di circa 100 metri dal piano campagna.

Al di sopra si rinvencono i depositi morenici e fluvioglaciali. I primi (costituiti da terreni a litologia variabile, con ghiaie, sabbie, ciottoli e massi in quantità discontinua di matrice limoso argillosa (diamicton)) vanno a costituire delle blande forme collinari ubicate nel settore occidentale dell'area. In corrispondenza dei settori subpianeggianti si ritrovano depositi di origine *fluvioglaciale*. La loro litologia è costituita essenzialmente da sabbie e ghiaie medio grossolane, alternate a livelli limoso-sabbiosi mentre la loro genesi è riconducibile all'azione delle acque di fusione glaciale. L'età di questi depositi è riferita alla glaciazione wurmiana secondo quanto riportato negli studi specifici degli Autori precedenti.

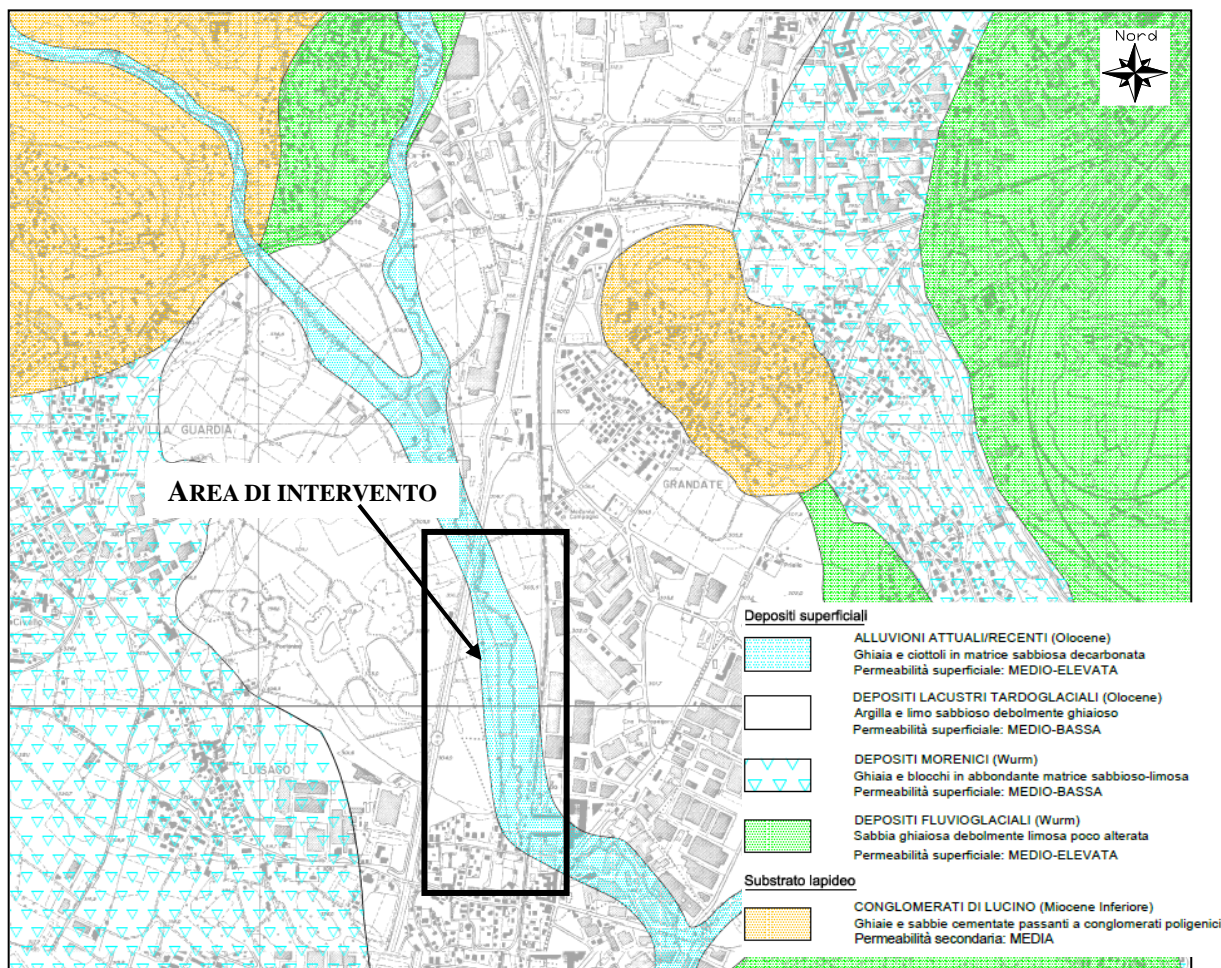
In corrispondenza della piana del Torrente Seveso, zona in cui si ubica l'area in esame, si ritrovano depositi *alluvionali tardo-wurmiani e recenti, depositi lacustri tardoglaciali e alluvioni attuali/recenti e terrazzate*.

I depositi alluvionali sono costituiti essenzialmente da materiali incoerenti sabbioso-ghiaiosi e ciottoli, generalmente con poco limo ma con settori in cui prevalgono le litologie fini. Molto probabilmente tali depositi sono da ricollegare all'arretramento finale e definitivo del ghiacciaio wurmiano.

I depositi lacustri tardoglaciali sono costituiti da argille frequentemente alternate a limi argillosi debolmente sabbiosi, sono dovuti alla deposizione in ambiente lacustre verificatasi al

termine della più recente fase di ritiro glaciale.

I alluvioni attuali/recenti e terrazze sono rappresentati da materiali incoerenti prevalentemente sabbioso-ghiaiosi debolmente limosi e si localizzano sia nei fondovalle che lungo i paleoalvei. Questi depositi sono ubicati principalmente in corrispondenza degli alvei e delle zone di pertinenza fluviale del torrente Seveso.



Carta geologica tratta dallo Studio geologica del comune di Grandate – fuori scala

3. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

La situazione idrogeologica (a più grande scala) dell'area della piana alluvionale del Fiume Seveso è stata ricostruita sulla base delle stratigrafie dei pozzi ubicati nelle immediate vicinanze. Nel territorio sono presenti numerosi pozzi destinati al prelievo di acque ad uso idropotabile. Nel settore nord dell'area sono ubicati i pozzi A.C.S.M. mentre poco a ovest sono presenti i pozzi Fontanino.

Nell'ambito della piana del Torrente Seveso, dove l'assetto morfologico subpianeggiante ed il brusco approfondimento del substrato roccioso costituiscono il presupposto per la presenza di corpi idrici sotterranei contraddistinti da buona potenza e continuità laterale.

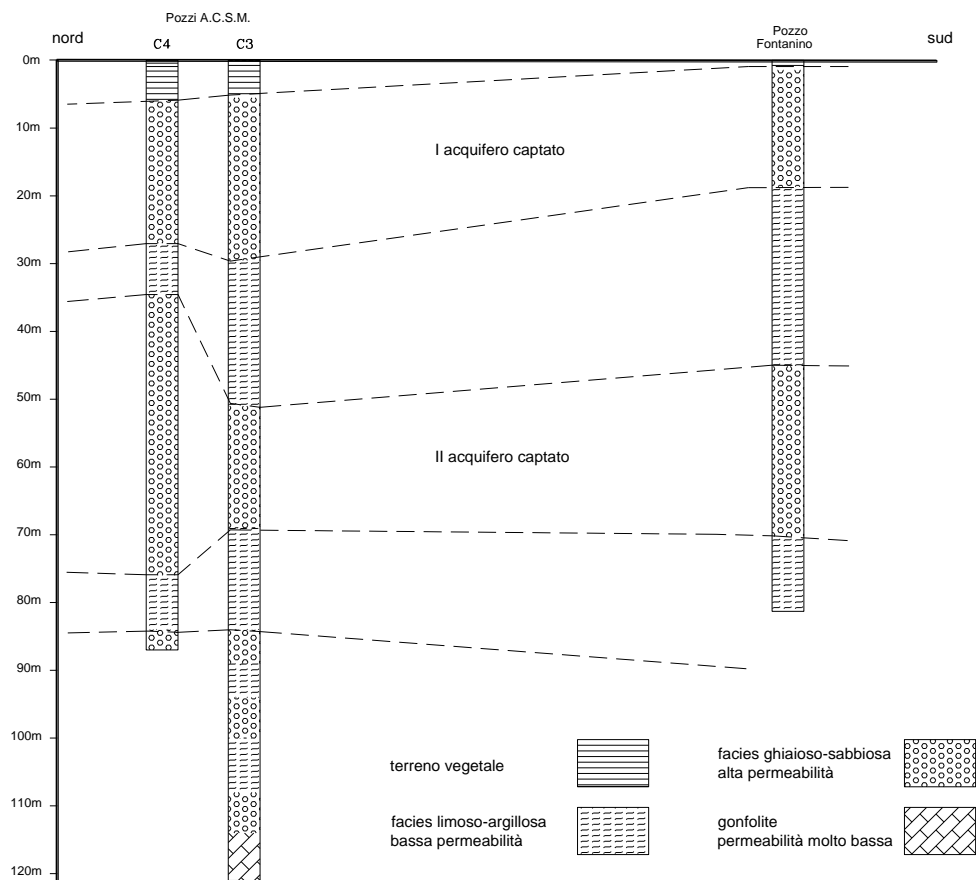
In questo settore, con riferimento ai dati reperiti relativamente ai pozzi esistenti, la base della sequenza stratigrafica-tipo è rappresentata dal substrato gonfolitico impermeabile. Tale litotipo risulta essere improduttivo dal punto di vista idrogeologico; solo localmente si è rilevata la presenza di piccoli acquiferi, dovuti a permeabilità secondaria. Lo si rinviene a - 115 m da p.c. in prossimità dei pozzi A.C.S.M.

Al di sopra della Gonfolite sono presenti limi argillosi varvati, da grigi a giallastri, con fossili e intercalazioni lenticolari sabbioso-ghiaiose riferiti al Villafranchiano. Nell'ambito dei corpi lenticolari sabbioso-ghiaiosi si rileva spesso la presenza di riserve idriche sfruttabili.

Al di sopra dei depositi villafranchiani si rileva la presenza di un acquifero sabbioso-ghiaioso, sede della falda acquifera maggiormente produttiva del territorio in esame. Tale acquifero presenta delle caratteristiche riferibili ad un acquifero confinato o semiconfinato.

Al di sopra sono presenti dei limi grigi di probabile origine glaciolacustre che rappresentano l'aquicludes o l'aquitards della seconda falda. Tale orizzonte presenta uno spessore di circa 25 m e determina una bassa vulnerabilità della falda. La soggiacenza della falda freatica principale presente nell'area risulta molto variabile ma, in genere, presenta valori non inferiore a 10 m.

Al di sopra di questi sedimenti, si rinvencono direttamente le coltri di depositi fluvioglaciali e alluvionali prevalentemente sabbioso-ghiaiosi (spessore massimo dell'ordine di 20 m) attuali e recenti riferibili al Torrente Seveso. Tali depositi costituiscono l'orizzonte acquifero superficiale che è sede di una falda sospesa con valori di soggiacenza modesti.



Sezione idrogeologica – fuori scala

Studi realizzati dallo Scrivente nell'ambito territoriale in esame sembrerebbero confermare che la falda confinata, sfruttata dai pozzi potabili esistenti, abbia una direzione di flusso verso Nord con un gradiente dell'ordine dell'0,8% e che la falda freatica superficiale venga drenata verso Sud.

4. RISULTANZE STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE TERRITORIALE: STUDIO GEOLOGICO COMUNALE

Come già accennato verrà analizzata solamente la componente geologica del PGT comunale. Per quanto attiene a tutti gli altri aspetti e studi bibliografici si rimanda alle rispettive relazione specialistiche.

Il sito di intervento ricade nei comuni di Grandate, Villa guardia e Montano Lucino.

I comuni sono dotati di studio geologico di supporto alla pianificazione territoriale:

- Comune di Grandate → redatto nel 2009
- Comune di Luisago → ultimo aggiornamento del 2013
- Comune di Villa Guardia → redatto dallo Scrivente nel 2010-2011.

In tali elaborati vengono analizzate le caratteristiche geologiche generali del territorio, e cioè le componenti geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche, idrografiche e geotecniche. Tutte queste informazioni, opportunamente sintetizzate, portano alla redazione della carta di fattibilità geologica, che fornisce indicazioni in merito alle limitazioni e destinazioni di uso del territorio, alle prescrizioni per gli interventi urbanistici, agli studi ed indagini da effettuare.

4.1 COMUNE DI GRANDATE

La Carta di Sintesi, riporta le aree omogenee dal punto di vista della pericolosità riferita allo specifico fenomeno che la genera. Tale carta è infatti costituita da una serie di poligoni che definiscono una porzione di territorio caratterizzata da pericolosità omogenea per la presenza di uno o più fenomeni di dissesto idrogeologico in atto o potenziale o da vulnerabilità idrogeologica



I principali tematismi che interessano le zone di intervento e quelle immediatamente adiacenti sono le seguenti.

- Zona con possibile presenza di falda subaffiorante o a ridotta soggiacenza.
- Vulnerabilità idrogeologica elevata
- Vulnerabilità idrogeologica media
- Area a bassa probabilità di esondazione: area che, in condizioni meteorologiche particolarmente critiche, a causa delle peculiari condizioni morfologiche, potrebbe essere interessata dalle acque di piena.
- Fascia di rispetto del Reticolo Principale (F. Seveso)

Caratteristiche Geotecnico-idrogeologiche ai fini ingegneristici

 Zona con possibile presenza di FALDA SUBAFFIORANTE o a RIDOTTA SOGGIACENZA


Vincoli Normativi di carattere prettamente geologico

Regolamentazione del RETICOLO IDROGRAFICO E FASCE DI RISPETTO
(D.G.R. n. 77868 del 25.01.2002, succ. mod. ed integrazioni)
 FASCIA DI RISPETTO TORRENTIZIA sul RETICOLO MINORE (10.0m / 4.0m dalle sponde)
 FASCIA DI RISPETTO FLUVIALE sul RETICOLO PRINCIPALE ai sensi del RD 523/1904, succ. mod. - Art. 96 (10m dalle sponde)

Elementi, forme ed infrastrutture legate all'attività antropica

 Area estrattiva dismessa

 Area estrattiva prevista dal PTC

 Perimetro scavato al 22.09.2008

Vulnerabilità Idrogeologica

 ELEVATA

 MEDIA

Idrografia superficiale

 Area ad elevata possibilità di esondazione

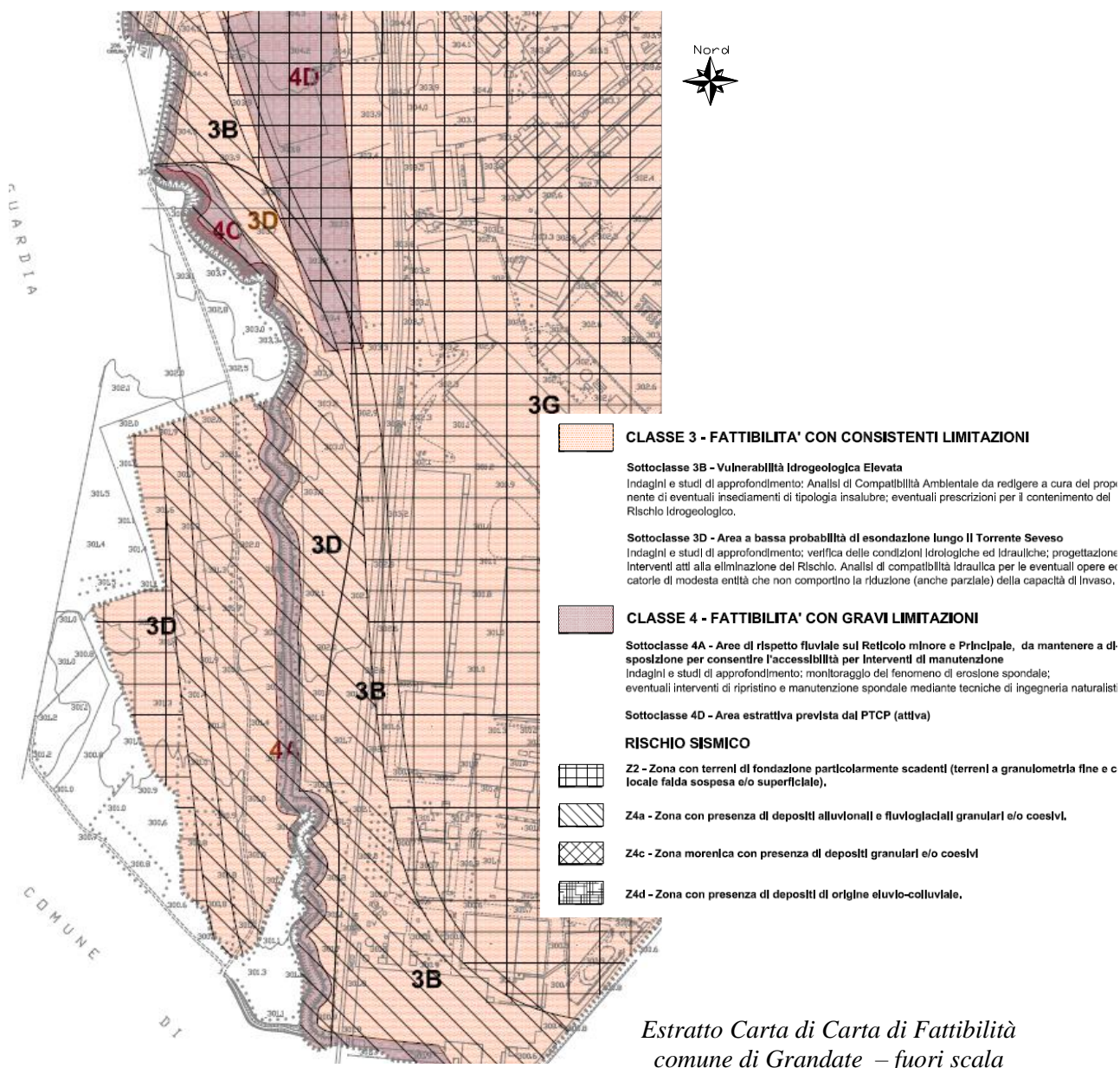
 Area a bassa possibilità di esondazione


*Estratto Carta di Sintesi
comune di Grandate – fuori scala*

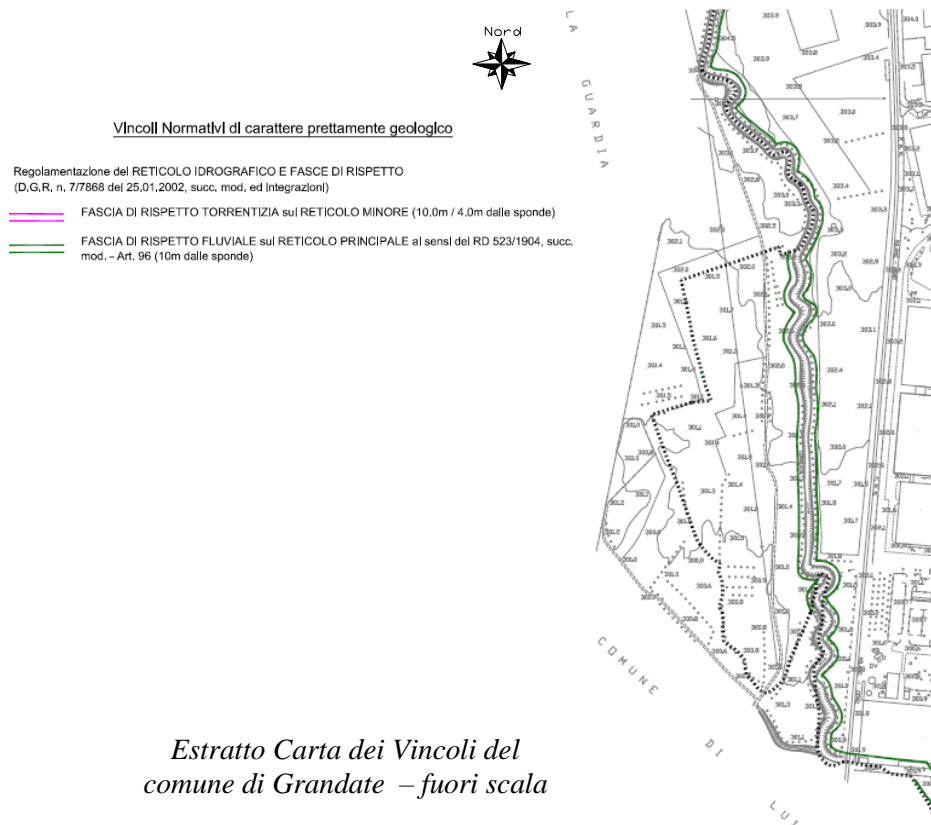
I tematismi riportati nella carta di Sintesi portano alla definizione della *Carta di Fattibilità geologica*, che fornisce indicazioni in merito alle limitazioni e alle destinazioni di uso del territorio, alle prescrizioni per gli interventi urbanistici, agli studi e alle indagini da effettuare. I principali tematismi che interessano le zone di intervento e quelle immediatamente adiacenti sono le seguenti.

- classe di fattibilità 3 (Fattibilità con consistenti limitazioni), sottoclassi 3Be 3D.
 - 3B → Aree contraddistinte da vulnerabilità idrogeologica elevata nell'ambito dei settori alluvionali del torrente Seveso
 - 3B → Area a bassa probabilità di esondazione lungo l'asta fluviale del torrente Seveso in quanto rappresenta il settore maggiormente depresso della piana alluvionale che, in condizioni meteorologiche critiche, potrebbe potenzialmente essere interessato da fenomeni di espansione delle acque torrentizie. Il criterio di delimitazione adottato è quello plano-altimetrico-morfologico.
- classe di fattibilità 4 (Fattibilità con gravi limitazioni), sottoclassi 4A e 4D.
 - 4A → Le aree di Rispetto Fluviale interdette all'edificazione individuate lungo le aste del torrente SEVESO con ampiezza di 10 m dalle sponde
 - 4D → Comprende il polo estrattivo compreso tra il tracciato ferroviario N.M dove la

porzione coltivata ha determinato l'affioramento sul fondo dello scavo di acqua di falda.



Per quanto riguarda i Vincoli geologici, idraulici ed idrogeologici la Carta specifica di Grandate segnala solamente il vincolo di polizia idraulica ovvero la face di rispetto di natura idraulica del Reticolo principale (T. Seveso).



La Carta della Pericolosità Sismica Locale, inserisce il terreno in esame negli scenari:

- Z4a → Tale scenario comprende la zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvioglaciali granulari e/o coesivi che potrebbero comportare effetti di amplificazione litologica e geometrica.
- Z2 → Zona con terreni di fondazione scadenti (terreni fini con locale presenza di falda sospesa e/o superficiale) che potrebbero comportare cedimenti e/o liquefazioni

Gli interventi in progetto, data la loro natura e tipologia risultano compatibili con quanto sopra riportato.

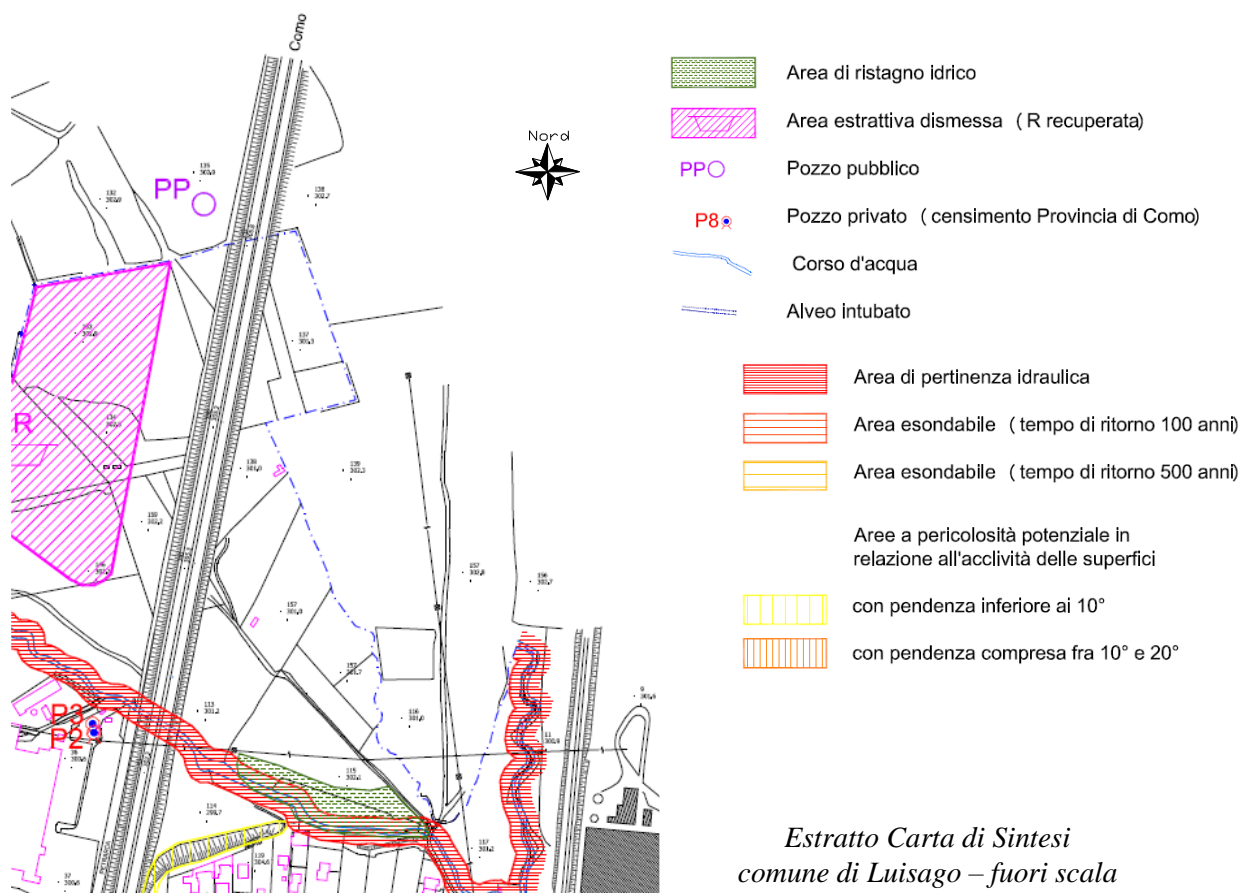
4.2 COMUNE DI LUISAGO

La Carta di Sintesi, riporta le aree omogenee dal punto di vista della pericolosità riferita allo specifico fenomeno che la genera. Tale carta è infatti costituita da una serie di poligoni che definiscono una porzione di territorio caratterizzata da pericolosità omogenea per la presenza di uno o più fenomeni di dissesto idrogeologico in atto o potenziale o da vulnerabilità idrogeologica

Mandanti:

8

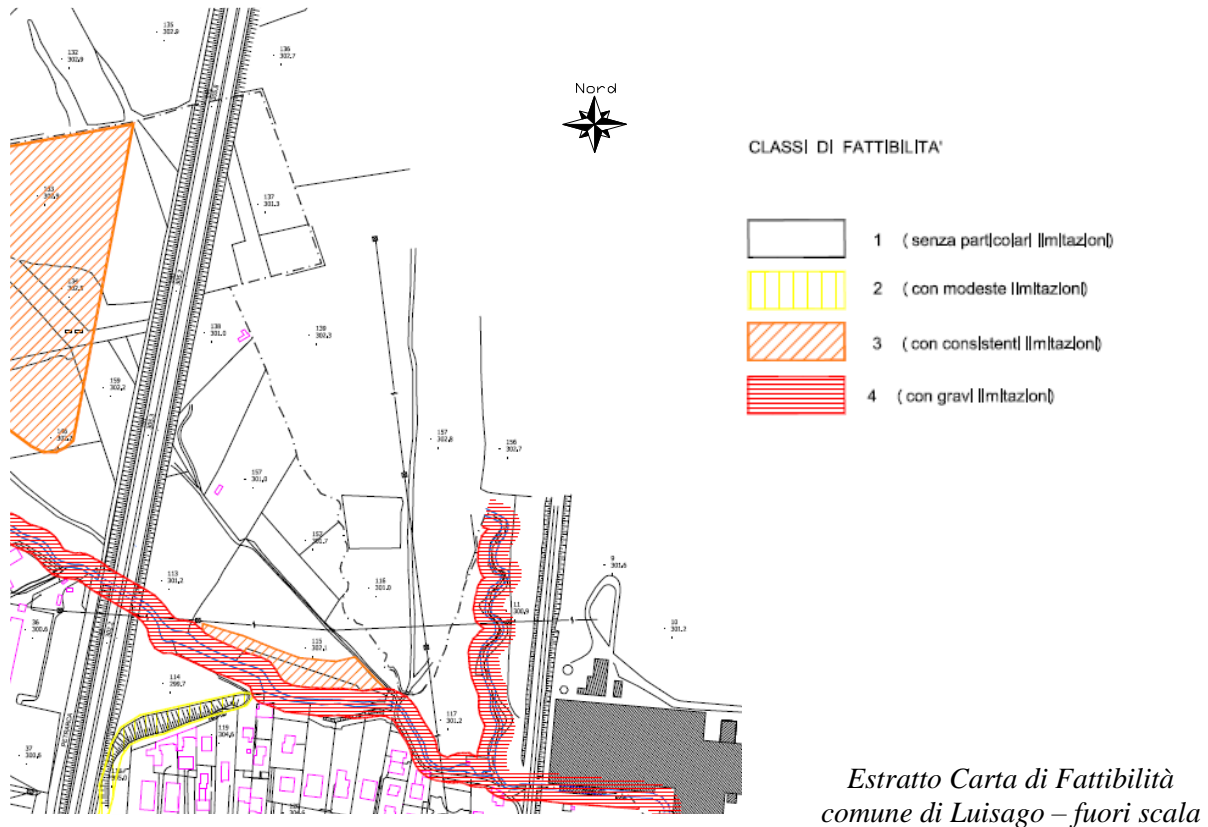
In corrispondenza del sito di intervento non vengono segnalati tematismi mentre, poco a sud (lungo il Torrente Fontanile), viene segnalata una zona soggetta a ristagno idrico, torbosa e paludosa.



I tematismi riportati nella carta di Sintesi portano alla definizione della Carta di Fattibilità geologica, che fornisce indicazioni in merito alle limitazioni e alle destinazioni di uso del territorio, alle prescrizioni per gli interventi urbanistici, agli studi e alle indagini da effettuare.

Il sito di intervento ricade in Classe 1 (Fattibilità senza limitazioni). Comprende i settori sub pianeggianti (acclività media $< 10^\circ$), non interessati da fenomeni di dissesto e da problematiche di ordine idrogeologico, occupati da terreni con discrete caratteristiche geotecniche a partire da 2 - 3 m dal piano campagna.

Poco a sud la zona soggetta a ristagno idrico prima citata è inserita in classe 3 (Fattibilità con consistenti limitazioni), mentre la fascia di rispetto attorno al Torrente Fontanile in classe 4 (Fattibilità con gravi limitazioni).



Per quanto riguarda i Vincoli geologici, idraulici ed idrogeologici nel sito in esame si segnala un zona interessata dalla fascia di rispetto (criterio geometrico) di un pozzo ad uso potabile. Ad oggi tale fascia è stata superata dalla fascia di rispetto temporale riportata sul PGT di Villa Guardia

Attorno al T. Seveso insiste una zona a pericolosità molto elevata o elevata (Ee) (aree allagabili con tempi di ritorno pari o inferiori a 10 anni).

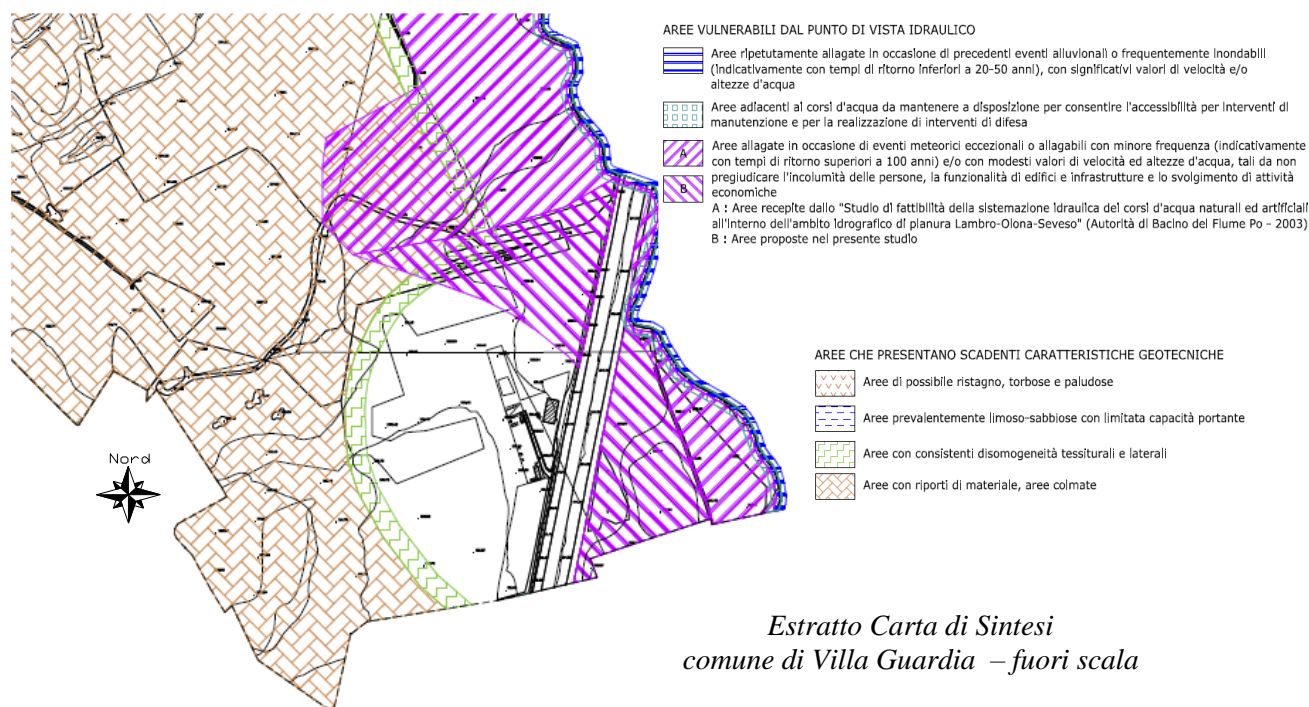
Il Torrente Fontanile è infine caratterizzato dalla presenza della fascia di rispetto idraulico.

La Carta della pericolosità sismica locale, inserisce il terreno in esame nello scenario Z4a. Tale scenario comprende la zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvioglaciali granulari e/o coesivi che potrebbero comportare effetti di amplificazione litologica e geometrica.

Gli interventi in progetto, data la loro natura e tipologia risultano compatibili con quanto sopra riportato.

4.3 COMUNE DI VILLA GUARDIA

La *Carta di Sintesi*, riporta le aree omogenee dal punto di vista della pericolosità riferita allo specifico fenomeno che la genera. Tale carta è infatti costituita da una serie di poligoni che definiscono una porzione di territorio caratterizzata da pericolosità omogenea per la presenza di uno o più fenomeni di dissesto idrogeologico in atto o potenziale o da vulnerabilità idrogeologica.



I principali tematismi che interessano le zone di intervento e quelle immediatamente adiacenti sono le seguenti.

Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico

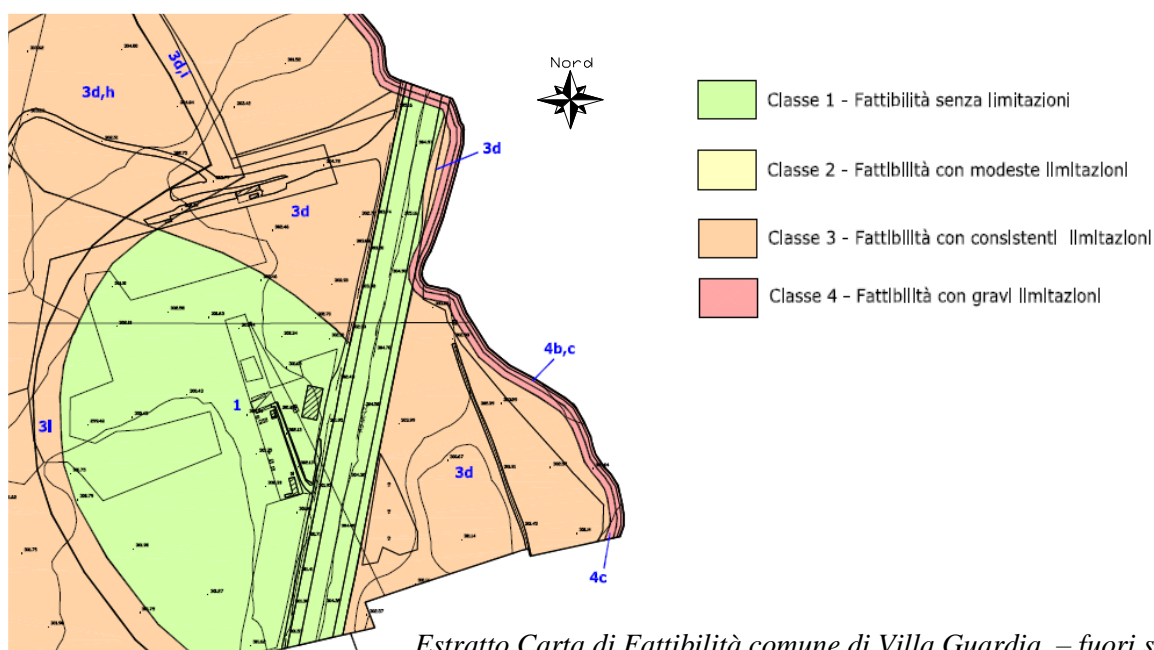
- Aree adiacenti ai corsi d'acqua da mantenere a disposizione per consentire l'accessibilità per interventi di manutenzione e per la realizzazione di interventi di difesa [...].
- Aree allagate in occasione di eventi meteorici eccezionali o allagabili con minore frequenza (indicativamente con tempi di ritorno superiori a 100 anni) e/o con modesti valori di velocità ed altezze d'acqua, tali da non pregiudicare l'incolumità delle persone, la funzionalità di edifici e infrastrutture e lo svolgimento di attività economiche: anche queste aree sono state identificate nel già citato studio riferito al Torrente Seveso. L'area è stata ampliata verso monte lungo l'asta della Roggia Luserta, sulla base delle osservazioni effettuate durante l'esondazione avvenuta in data Maggio 2010.
- Aree ripetutamente allagate in occasione di precedenti eventi alluvionali o frequentemente inondabili (indicativamente con tempi di ritorno inferiori a 20-50 anni), con significativi

Mandanti:

11

valori di velocità e/o altezze d'acqua: tali aree sono state identificate dallo “Studio di fattibilità della sistemazione idraulica dei corsi d’acqua naturali e artificiali all’interno dell’ambito idrografico di pianura Lambro–Olona–Torrente Seveso” redatto nel 2003 per conto dell’Autorità di Bacino del Fiume Po. Sono delimitate lungo l’asta del Torrente Seveso a partire dalla confluenza con la Roggia Luserta.

I tematismi riportati nella carta di Sintesi portano alla definizione della Carta di Fattibilità, che fornisce indicazioni in merito alle limitazioni e alle destinazioni di uso del territorio, alle prescrizioni per gli interventi urbanistici, agli studi e alle indagini da effettuare.



I principali tematismi che interessano le zone di intervento e quelle immediatamente adiacenti sono le seguenti.

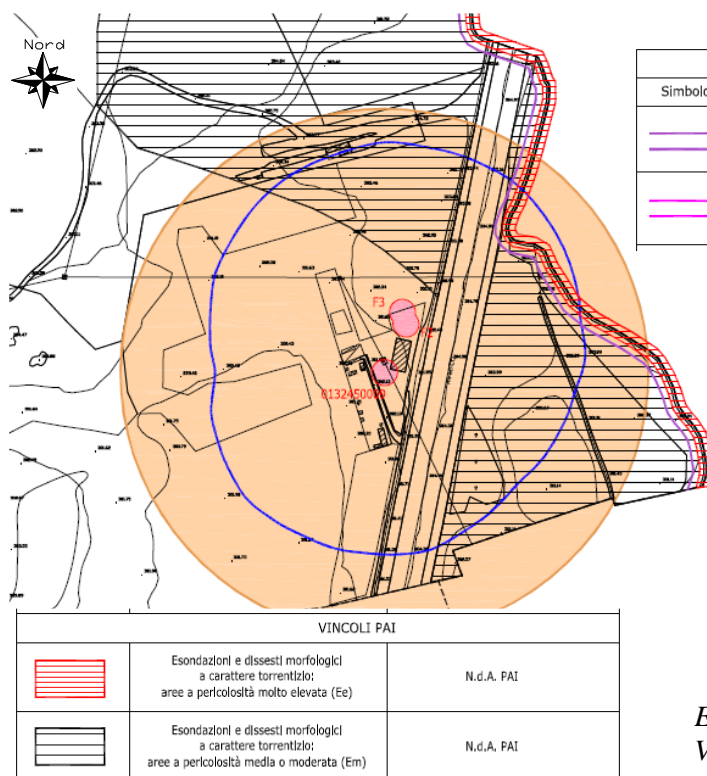
- classe 1 (Fattibilità senza limitazioni): aree per le quali non sono emerse particolari limitazioni di carattere geologico
- classe di fattibilità 3 (Fattibilità con consistenti limitazioni), sottoclasse 3d.
 - 3d → Aree allagate in occasione di eventi meteorici eccezionali o allagabili con minore frequenza (indicativamente con tempi di ritorno superiori a 100 anni) e/o con modesti valori di velocità ed altezze d'acqua, tali da non pregiudicare l'incolumità delle persone, la funzionalità di edifici e infrastrutture e lo svolgimento di attività economiche
- classe 4 (Fattibilità con gravi limitazioni) sottoclassi 4c e 4b.
 - 4c → aree adiacenti ai corsi d'acqua da mantenere a disposizione per consentire l'accessibilità per interventi di manutenzione e per la realizzazione di interventi di

difesa.

- 4d → aree ripetutamente allagate in occasione di precedenti eventi alluvionali o frequentemente inondabili (indicativamente con tempi di ritorno inferiori a 20-50 anni), con significativi valori di velocità e/o altezze d'acqua

Per quanto riguarda i Vincoli geologici, idraulici ed idrogeologici i principali tematismi che interessano le zone di intervento e quelle immediatamente adiacenti sono le seguenti.

- Fascia di rispetto 1 comprende le aree di stretta pertinenza idraulica attorno al torrente.
- Aree a pericolosità media o moderata (Em), soggette a esondazioni e dissesti morfologici a carattere torrentizio, individuate nella Carta del dissesto con legenda uniformata PAI.
- Aree a pericolosità molto elevata (Ee), soggette a esondazioni e dissesti morfologici a carattere torrentizio, individuate nella Carta del dissesto con legenda uniformata PAI.
- Aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile: Campo pozzi Fontanino



VINCOLI DI POLIZIA IDRAULICA		
Simbologia	Tipologia	Normativa di riferimento
	Fascia di rispetto 1 di corso d'acqua appartenente al reticolo idrico principale	R.D. n. 523 del 1904 d.d.g. n. 8943 del 03/08/2007
	Fascia di rispetto 1 di corso d'acqua appartenente al reticolo idrico minore (linea tratteggiata se corso d'acqua è tombinato)	N.T.A. dello Studio del reticolo idrico minore del comune di Villa Guardia

AREE DI SALVAGUARDIA OPERE DI CAPTAZIONE		
	Area di tutela assoluta delle captazioni ad uso idropotabile	d. lgs. n. 152/2006 art. 94
	Area di rispetto delle captazioni ad uso idropotabile definita secondo <u>criterio geometrico</u>	d. lgs. n. 152/2006 art. 94 d.g.r. n. 7/12693 del 10 aprile 2003
	Area di rispetto delle captazioni ad uso idropotabile definita secondo <u>criterio temporale</u>	d. lgs. n. 152/2006 art. 94 d.g.r. n. 7/12693 del 10 aprile 2003

Estratto Carta dei Vincoli comune di Villa Guardia – fuori scala

La Carta della Pericolosità Sismica Locale, inserisce il terreno in esame nello scenario Z4a. Tale scenario comprende la zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi che potrebbero comportare effetti di amplificazione litologica e geometrica.

Mandanti:

13

5. INDAGINI PREGRESSE

Nel capitolo seguente verranno sintetizzati i risultati di indagini pregresse realizzate nei dintorni dell'area in esame.

5.1 INDAGINI PER AMPLIAMENTO CENTRALE DI POMPAGGIO DEL PUBBLICO ACQUEDOTTO DENOMINATA "FONTANINO"

Al fine di caratterizzare da un punto di vista geotecnico i terreni in corrispondenza della centrale di pompaggio del pubblico acquedotto denominata "Fontanino" sono state eseguite n. 4 prove penetrometriche dinamiche continue di tipo DPSH.

Le prove, denominate P1, P2, P3 e P4, sono state spinte sino a profondità massima di -6,2 m da p.c. attuale.

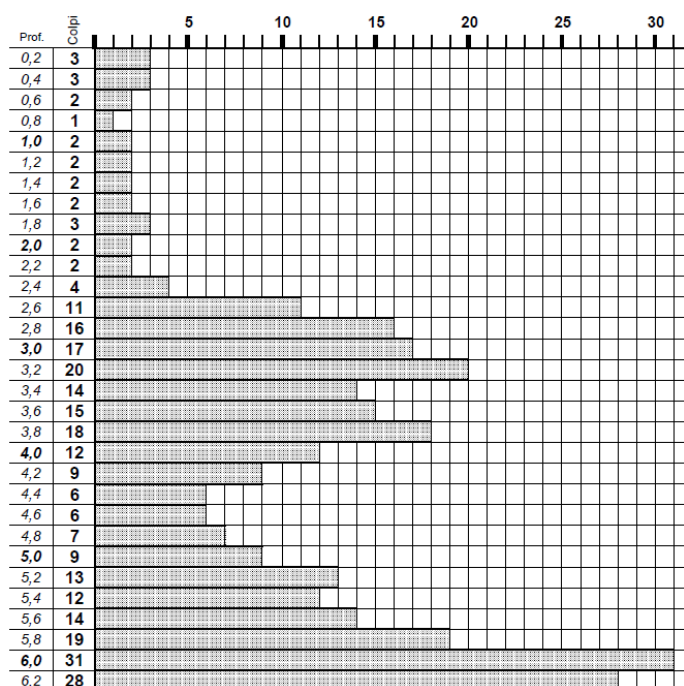
Le misure effettuate all'interno dei fori di prova (il 22/11/2013) hanno evidenziato presenza di acqua ad una profondità di circa -3,8/-4 m da p.c..

Le prove hanno individuato la presenza di due orizzonti principali che presentano un grado di addensamento variabile con la profondità.

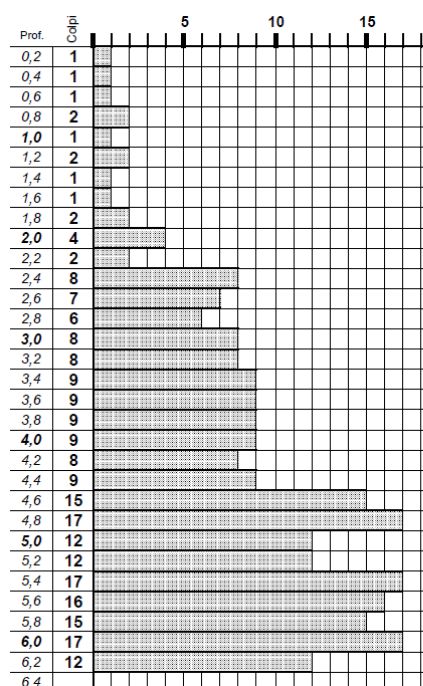


Il primo orizzonte (orizzonte A) è costituito da depositi sciolti/molli con valori medi di resistenza alla penetrazione dinamica N_{spt} variabili tra circa 2 e 4 colpi/piede. Tale orizzonte si estende fino alla profondità di circa -2,4 m da p.c..

Al di sotto di tale profondità il grado di addensamento aumenta. Si hanno terreni moderatamente addensati con valori medi di resistenza alla penetrazione dinamica N_{spt} di circa 19 colpi/piede (orizzonte B). Questo livello che si estende fino alla massima profondità investigata, si presenta in alcune verticali di indagine non completamente omogeneo per quanto riguarda il grado di addensamento; si alternano lenti di terreno più addensato ad altre a inferiore grado di addensamento.



Prova P1 - falda -4 m da p.c.



Prova P2 - falda -3,8 m da p.c.

La tabella seguente sintetizza la situazione litostratigrafica riscontrata.

Orizzonte	Profondità (m dal p.c.)	Stato di addensamento	Nspt medio
Orizzonte A	da p.c. a -2,4	terreno sciolto/molle	2,7 - 4
Orizzonte B	oltre -2,4 (fino -6,2)	terreno moderatamente addensato	19 – 19,8

Nella tabella seguente sono riportati i principali parametri litotecnici delle unità rilevate, con riferimento agli orizzonti stratigrafici descritti nel paragrafo precedente. I parametri tipici degli orizzonti sottostanti sono stati determinati sulla base dei valori di resistenza alla penetrazione dinamica (prove DPSH).

Orizzonte	Nspt medio (colpi/piede)	Peso di Volume Yt (g/cm ³)	Peso di Volume saturo Yt (g/cm ³)	Angolo di resistenza al taglio φ (°)	Modulo elastico E (kg/cm ²)
A	2,7 – 4	1,65 - 1,68	1,9 - 2,0	24,8 - 26,5	32 - 48
B	19 – 19,8	1,82 - 1,83	2,07 - 2,08	32,3 - 32,6	228 - 238

6. INDAGINI REALIZZATE

In questa zona sono state condotte le indagini seguenti.

L'ubicazione e i report delle singole indagini sono riportate nella relazione sulle indagini.

- 18 saggi esplorativi (10 scavi + 8 trincee)
- 9 campioni per laboratorio terre
- 14 campioni per analisi chimiche
- 6 prove permeabilità
- 3 sondaggi geognostici a carotaggio continuo
- 3 prove penetrometriche dinamiche (DPSH)
- 3 prove penetrometriche statiche (CPT)
- 1 prospezione sismica MASW
- 2 misure di sismica passiva HVSr

Nome indagine	Tipo indagine	
SA1	scavo	rilievo stratigrafico prelievo campione per laboratorio terre prelievo campione per laboratorio chimico prova permeabilità
SA2	scavo	rilievo stratigrafico prelievo campione per laboratorio terre prelievo campione per laboratorio chimico
SA3	scavo	rilievo stratigrafico prelievo campione per laboratorio terre prelievo campione per laboratorio chimico
SA4	scavo	rilievo stratigrafico prelievo campione per laboratorio terre prelievo campione per laboratorio chimico
SA5	scavo	rilievo stratigrafico prelievo campione per laboratorio terre prelievo campione per laboratorio chimico prova permeabilità
SA6	scavo	rilievo stratigrafico prelievo campione per laboratorio terre prelievo campione per laboratorio chimico prova permeabilità
SB1	scavo	rilievo stratigrafico prelievo campione per laboratorio chimico prova permeabilità
SB2	scavo	rilievo stratigrafico prelievo campione per laboratorio chimico prova permeabilità
SB3	scavo	rilievo stratigrafico prelievo campione per laboratorio chimico
SB4	scavo	rilievo stratigrafico prelievo campione per laboratorio chimico

Mandanti:

16

Nome indagine	Tipo indagine	
SC1	scavo	rilievo stratigrafico prelievo campione per laboratorio terre
SC2	scavo	rilievo stratigrafico
SC3	scavo	rilievo stratigrafico prova permeabilità
SC4	scavo	rilievo stratigrafico
SC5	scavo	rilievo stratigrafico prelievo campione per laboratorio chimico prelievo campione per laboratorio terre
SC6	scavo	rilievo stratigrafico prelievo campione per laboratorio chimico
SC7	scavo	rilievo stratigrafico prelievo campione per laboratorio chimico prelievo campione per laboratorio terre
SC8	scavo	rilievo stratigrafico prelievo campione per laboratorio chimico
Pz3	sondaggio (lungh. 5 m)	rilievo stratigrafia 3 SPT in foro posa tubo piezometrico
Pz4	sondaggio (lungh. 20 m)	rilievo stratigrafia 12 SPT in foro posa tubo piezometrico
Pz5	sondaggio (lungh. 5 m)	rilievo stratigrafia 3 SPT in foro posa tubo piezometrico
P8 - P9 - P12	prove penetrometriche	prova dinamica (DPSH)
P10 - P11	prova penetrometriche	prova statica (CPT)
Masw 1 - HVSR 1 / 1a	indagini geofisiche:	1 prospezione sismica MASW 2 misure di sismica passiva HVSR

Campioni per laboratorio analisi chimiche		
Nome campione	profondità campionamento	Set analitico
SA1	-0,3/-1,0 m	B
SB1	-0,5/-1,0 m	A
SA2	-0,5/-1,0 m	A
SB2	-0,5/-1,0 m	A
SA3	-0,5/-1,0 m	A
SB3	-0,5/-1,0 m	A
SA4	-0,5/-1,0 m	B
SB4	-0,5/-0,8 m	B
SA5	-0,5/-1,0 m	A
SA6	-0,5/-1,0 m	A
SC5-C1	-0,5/-1,5 m	A
SC6-C1	-0,5/-1,0 m	B
SC7-C1	-0,5/-1,0 m	A
SC8-C1	-0,5/-1,0 m	B

7. RICOSTRUZIONE DELLA PIEZOMETRIA LOCALE

Nome indagine	Soggiacenza falda da p.c. (m da p.c.)			
	18-22 /03/21	11-13/10/2021	27/10/2021	09/11/2021
SA1	2,4			
SA2	1,75			
SA3	2,5			
SA4	1,7			
SA5	2,45			
SA6	1,75			
SB1	2,3			
SB2	1,45			
SB3	2,4			
SB4	1,1			
SC1	assente fino a 1,35			
SC2	1,3			
SC3	2,25			
SC4	1,5			
P8		2,05		
P9		1,25		
P10		assente fino a 2,3		
P11		1,13		
P12		1,77		
P13		1,15		
SC5		3,3		
SC6		2,95		
SC7		3,0		
SC8		assente fino a 1,1		
Pz3			3,9	3,28
Pz4			2,2	2,10
Pz5			3,45	3,12

Le indagini condotte hanno rilevato la presenza di una falda superficiale (falda sospesa) caratterizzata da bassi valori di soggiacenza e direzione di flusso verso sud-est.

Da evidenziare come tale livello freatico sia da ricondurre a una falda sospesa a carattere stagionale e legata al regime delle precipitazioni meteoriche. Tale falda non viene sfruttata da opere di captazione. I pozzi pubblici presenti nel territorio comunale di Montano Lucino si alimentano da una falda di tipo confinato posta al di sotto della litofacies limosa che caratterizza il territorio in profondità.

Mandanti:

18

8. ASPETTI SIMICI

8.1 INQUADRAMENTO SISMICO

Per l'applicazione dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3274 del 20 marzo 2003, è stata redatta una mappa della pericolosità sismica di base per tutto il territorio nazionale, con l'individuazione di quattro zone sismiche a pericolosità decrescente (zona 1, zona 2, zona 3, zona 4) e la formazione degli elenchi dei comuni compresi in ciascuna zona.

Ogni zona sismica è contrassegnata da un diverso "range" di valori del parametro a_g corrispondente alla accelerazione di picco orizzontale del suolo, con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, riferiti a suoli rigidi, espressa come frazione dell'accelerazione di gravità g , secondo la seguente tabella.

zona	accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10 % in 50 anni [a_g/g]	accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme Tecniche) [a_g/g]
1	> 0,25	0,35
2	0,15-0,25	0,25
3	0,05-0,15	0,15
4	<0,05	0,05

- Zona 1: è la zona più pericolosa, dove possono verificarsi forti terremoti
- Zona 2: zona in cui possono verificarsi terremoti abbastanza forti
- Zona 3: zona in cui possono verificarsi scuotimenti modesti
- Zona 4: zona meno pericolosa; possibilità di danni sismici basse

La Regione Lombardia, con la D.G.R. 7 novembre 2003 n. 7/14964 "Disposizioni preliminari per l'attuazione dell'ordinanza Presidenza del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 recante primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica", ha confermato la classificazione sismica dei singoli comuni proposta dalla OPCM sopracitata ed ha stabilito i modi e i tempi di applicabilità della nuova normativa sismica sia per le costruzioni esistenti che per quelle future.

Ai comuni di Grandate, Villa Guardia e Luisago è stata attribuita la zona sismica 4.

L'Ordinanza PCM 3274 ha richiesto anche la compilazione di una nuova mappa di pericolosità del territorio Nazionale espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli molto rigidi ($V_{s30} > 800$ m/s).

Tale mappa è stata approvata con Ordinanza PCM 28 aprile 2006 n. 3519.

Il nuovo studio di pericolosità, ha fornito alle Regioni uno strumento aggiornato per la classificazione del proprio territorio.

La Regione Lombardia, con D.G.R. 11 luglio 2014, n. X/2129 “Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (l.r. 1/2000, art. 3, c. 108, lett. d)”, ha provveduto all’aggiornamento della classificazione sismica dei Comuni.

Secondo questa classificazione è stata confermata la zona sismica 4.

8.2 MODELLO SISMICO E SECONDO LIVELLO DI APPROFONDIMENTO

Il D.M. 17 gennaio 2018 “Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni” (NTC 2018) ha proposto una classificazione delle categorie di sottosuolo per l’utilizzo dell’approccio semplificato nelle verifiche sismiche.

Per quanto riguarda il sito in esame, le analisi sismiche condotte hanno permesso di attribuire al sito in esame la categoria di sottosuolo C: *“depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.”*

Per la definizione dell’azione sismica locale con l’approccio semplificato, oltre che la categoria sismica di sottosuolo, è necessario determinare una categoria topografica.

Al lotto in esame è possibile attribuire una categoria topografica T1: *“superficie pianeggiante. Pendii e rilievi isolati con inclinazione media $\leq 15^\circ$ ”.*

APPROFONDIMENTO SISMICO DI SECONDO LIVELLO

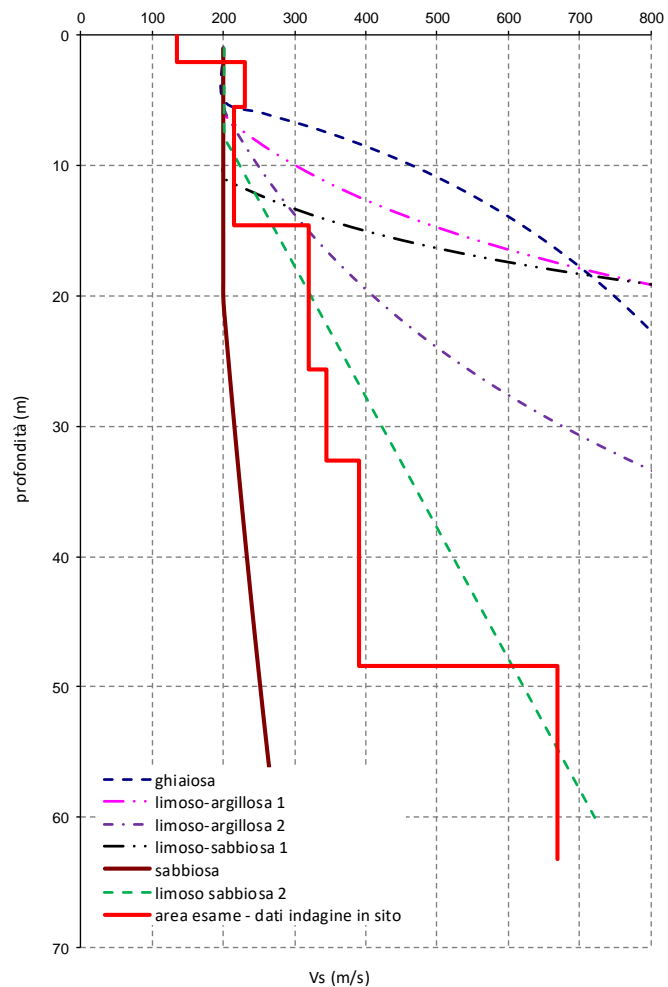
Data la natura del progetto è stato effettuato il 2° livello di approfondimento sismico così come prescritto dalla vigente normativa regionale.

L’applicazione del secondo livello consente di verificare se, per il sito in esame, la normativa nazionale risulta sufficiente a salvaguardare dagli effetti di amplificazione sismica locale (Fa calcolato minore a Fa di soglia comunali forniti da Regione).

Con i risultati delle indagini geofisiche condotte è stata utilizzata la procedura riportata nella normativa di riferimento per la determinazione dei fattori di amplificazione locali.

Inizialmente è stata individuata la scheda litologica di riferimento tra quelle proposte da Regione Lombardia.

Sulla base all'andamento delle Vs con la profondità, ricavato dall'indagine con la metodologia MASW, per l'area in esame si è scelta la scheda "sabbiosa".



Sulla base della velocità media Vs, e dello spessore dello strato superficiale, è stata scelta la curva da utilizzare nel grafico T-Fa → curva 2 verde

Il valore del periodo proprio del sito, ricavato dall'analisi tromografica, è risultato il seguente:

→ Frequenza di risonanza $\cong 1,41$ Hz - Periodo del sito = 0,7 s

Successivamente sono stati determinati i valori di Fa per i due intervalli di periodo 0,1-0,5 s e 0,5-1,5 s.

→ Intervallo di periodo 0,1 – 0,5 s Fa = 1,15

→ Intervallo di periodo 0,5 – 1,5 s Fa = 1,97

Tali valori sono stati confrontati con i valori di soglia forniti da Regione Lombardia per i comuni di Grandate, Villa Guardia e Luisago.

I valori di soglia rappresentano i valori oltre i quali lo spettro proposto dalla normativa nazionale risulta insufficiente a tenere in considerazione la reale amplificazione presente nel sito.

	Valori di soglia – comune Villa Guardia e Grandate			
	Suolo tipo B	Suolo tipo C	Suolo tipo D	Suolo tipo E
PERIODO 0,1 - 0,5 s	1,4	1,9	2,2	2,0
PERIODO 0,5 - 1,5 s	1,7	2,4	4,2	3,1
	Valori di soglia – comune Luisago			
	Suolo tipo B	Suolo tipo C	Suolo tipo D	Suolo tipo E
PERIODO 0,1 - 0,5 s	1,4	1,8	2,2	2,0
PERIODO 0,5 - 1,5 s	1,7	2,4	4,2	3,1

L'analisi di secondo livello effettuata ha definito che i valori di F_a previsti dalla normativa nazionale (sia per opere con periodo nell'intervallo 0,1-0,5 s che in quello 0,5-1,0 s) sono sufficienti a tenere in considerazione anche i possibili effetti di amplificazione litologica del sito esaminato. Sarà quindi possibile applicare lo spettro previsto dalla normativa vigente.

9. MODELLO GEOLOGICO

9.1 MODELLO GENERALE

Dal punto di vista litologico le indagini condotte hanno messo in luce una certa disomogeneità negli spessori degli orizzonti tipica dell'ambiente deposizionale che ha originato i depositi subaffioranti. Si possono in ogni caso individuare quattro orizzonti principali.

Orizzonte A

Questo orizzonte è costituito da limi con sabbia argillosi, ed è posto al di sotto di un livello di terreno di coltivo con spessore mediamente di 0,2 – 0,3 m,.

E' stato rinvenuto in tutte le indagini realizzate; la porzione superficiale ha un colore marrone passante in profondità a toni grigi, grigio-nerastri con passaggio, nella maggioranza dei punti indagati, netto e subordinatamente graduale (solamente in pochi punti indagati è risultata assente la porzione grigia).

Le sue caratteristiche riflettono la peculiarità della genesi di questi depositi.

- Al suo interno si rinvencono lenti/zone con materiale vegetale di colore grigio scuro-nerastro; tali lenti sono disposte in modo disomogeneo sia arealmente che verticalmente.
- Pur essendo prevalente la componente fine (limo + argilla) si notano zone/lenti con maggiore presenza di sabbia.
- Lo spessore di questo orizzonte è alquanto variabile nell'area (oltre che per la sua natura per la topografia ondulata); esso varia tra 0,9 e 2,6 m circa.

Questo orizzonte è stato campionato in n. 7 punti di indagine e sottoposto ad analisi di laboratorio geotecnico ed è stato indagato tramite prove di permeabilità.

Si riassumono di seguito le caratteristiche salienti.

Percentuali granulometriche

- Le analisi granulometriche hanno evidenziato una forte componente di terreno fine (limi+argille) → variabile tra circa 56% e 81%
- La percentuale di limo varia tra il 64% circa (SC5) e il 37% circa (SC1 - SC7)
- La percentuale di argilla varia tra il 13% circa (SA5 – SC7) e il 25% circa (SC1)
- La percentuale di sabbia varia tra il 43% circa (SA6) e il 18% circa (SC5)

Orizzonte A							
	% ghiaia	% sabbia	% limo	% argilla	descrizione	*	**
SA1	0,0	33,85	46,81	19,34	limo con sabbia argillosa	A7-6	CH
SA3	0,18	31,74	51,39	16,69	limo con sabbia argillosa con tracce di ghiaia	A6	CL
SA5	0,0	31,81	54,57	13,62	limo con sabbia argillosa	A4	CL
SA6	0,0	43,86	40,1	16,13	sabbia con limo argillosa	A6	CL
SC1	4,51	31,94	37,63	25,92	limo con sabbia ed argilla con tracce di ghiaia	A7-6	CH
SC5	0,16	18,35	64,6	16,41	limo sabbioso ed argilloso con tracce di ghiaia	A6	CL
SC7	1,08	48,49	37,45	13,27	sabbia con limo argillosa con tracce di ghiaia	A6	CL - ML

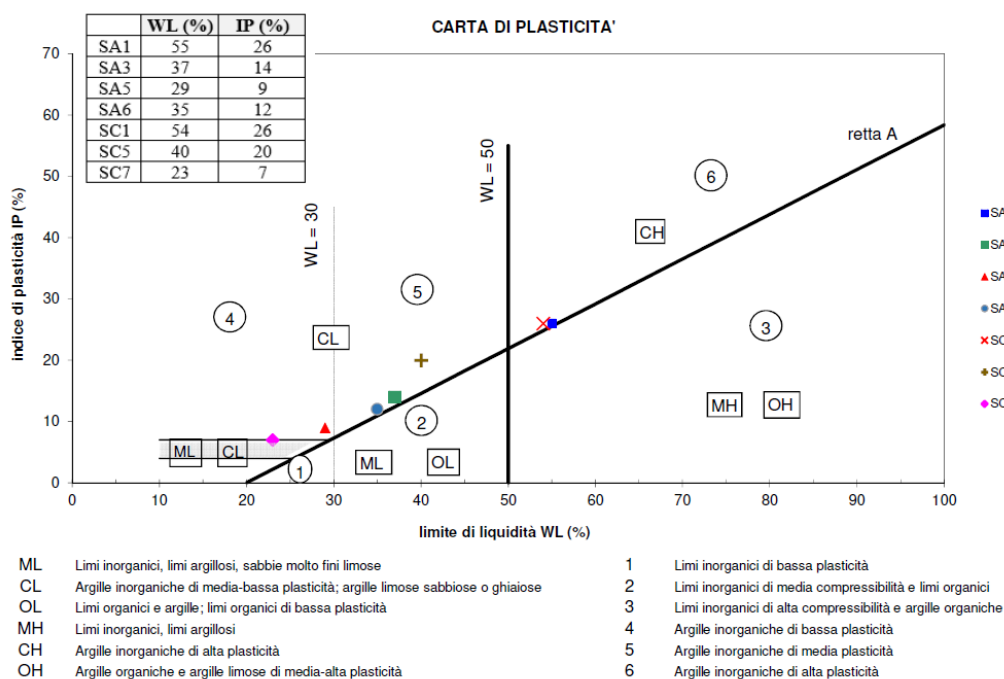
* classificazione Norma AASHTO - UNI CNR 10006

** classificazione Norma USC SYSTEM

Limiti di Atterberg

- I valori dei limiti di Atterberg risultano non uniformi con valori alquanto variabili tra i vari campioni prelevati ed analizzati.
- L'indice plastico varia tra 7 e 26

I terreni di tale orizzonte presentano quindi caratteristiche di molto varie: da poco plastico a molto plastico



Mandanti:

24

Classificazioni

- Secondo la classificazione AASHTO - UNI CNR 10006 i terreni rientrano nelle terre limo-argillose per lo più nei gruppi A6 e A7
- Secondo la classificazione USC SYSTEM i terreni sono denominati CH (Argille inorganiche di alta plasticità) o CL (argille inorganiche di media-bassa plasticità, argille limose sabbiose o ghiaiose)

Permeabilità

I valori ottenuti dalle prove di permeabilità realizzati in questo orizzonte sono sintetizzati nella tabella seguente.

prova	Coeff. permeabilità k (m/s)		
SA1	$7,9 \cdot 10^{-6}$ m/s	permeabilità bassa →	drenaggio povero
SB1	$8,1 \cdot 10^{-6}$ m/s	permeabilità bassa →	drenaggio povero
SA5	$2,4 \cdot 10^{-6}$ m/s	permeabilità bassa →	drenaggio povero
SA6	$2,7 \cdot 10^{-6}$ m/s	permeabilità bassa →	drenaggio povero
SC3	$5,0 \cdot 10^{-6}$ m/s	permeabilità bassa →	drenaggio povero
SB2	$1,5 \cdot 10^{-5}$ m/s (*)		
Valore medio	$5,2 \cdot 10^{-6}$ m/s		

(*) valore non considerato nella media

Orizzonte B

Questo orizzonte è costituito da sabbia con ghiaia debolmente limoso/argillosa; sono presenti anche ciottoli anche se non in tutti gli scavi visionati.

I clasti sono poligenici, prevalentemente subarrotondati /arrotondati con dimensioni dei ciottoli fino a 10-12 cm (abbondanti) e, più rari, fino a 20-25 cm. Il colore è grigio con patina di alterazione marrone.

E' stato rinvenuto in tutte le indagini condotte; in linea generale sembrerebbe che con la profondità aumenti la quantità di ciottoli.

Il tetto di questo orizzonte (in quota assoluta) si approfondisce spostandosi da nord verso sud passando da circa 301 m s.l.m. (SA1) a circa 298 m s.l.m (SA6) nel settore in sponda destra del T. Seveso. Nella zona in sponda sinistra si mantiene invece ad una quota di circa 300 m s.l.m..

Si estende, in corrispondenza delle prove penetrometriche dinamiche e nel sondaggio PZ4, fino alla profondità di circa -5 /-7 m.

L'orizzonte B è sede della falda superficiale individuata.

Questo orizzonte è stato campionato in n. 2 punti di indagine e sottoposto ad analisi di laboratorio geotecnico.

Si riassumono di seguito le caratteristiche salienti.

Percentuali granulometriche

- Le analisi granulometriche hanno evidenziato una scarsa componente di terreno fine (limi+argille) → variabile tra circa 9% e 10%
- La percentuale di sabbia varia tra il 44% e il 46% circa
- La percentuale di ghiaia è di circa 44%

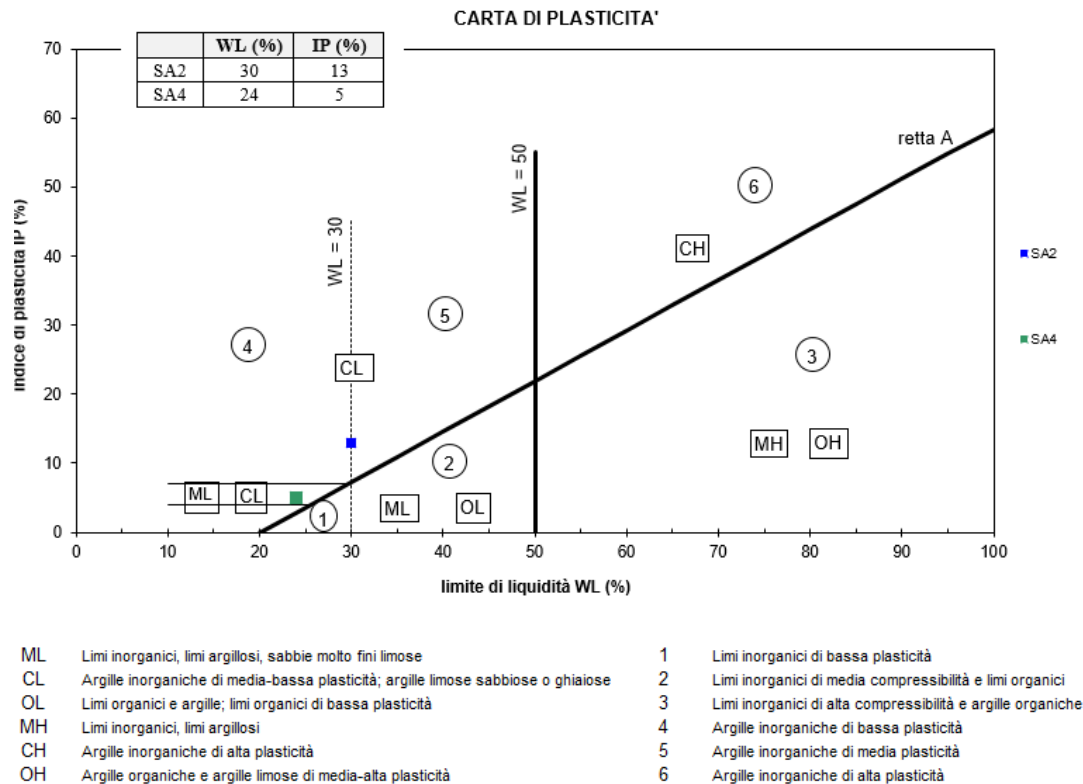
Orizzonte B						
	% ghiaia	% sabbia	% Limo + argilla	descrizione	*	**
SA2	44,08	45,94	9,98	sabbia con ghiaia debolmente limo-argillosa	A2-6	SW-SC
SA4	43,79	47,09	9,12	sabbia con ghiaia debolmente limo-argillosa	A1-a	SW-SM

* classificazione Norma AASHTO - UNI CNR 10006

** classificazione Norma USC SYSTEM

Limiti di Atterberg

- L'indice plastico varia tra 5 e 13 → poco plastico



Classificazioni

- Secondo la classificazione AASHTO - UNI CNR 10006 i terreni rientrano nelle terre ghiaioso-sabbiose gruppi A1 e A2
- Secondo la classificazione USC SYSTEM i terreni sono denominati SW-SC (sabbie ben gradate, sabbie ghiaiose / sabbie argillose, associazioni di sabbie e argille poco gradate) e SW-SM (sabbie ben gradate, sabbie ghiaiose / sabbie limose, associazione di sabbie e limi poco gradati).

Permeabilità

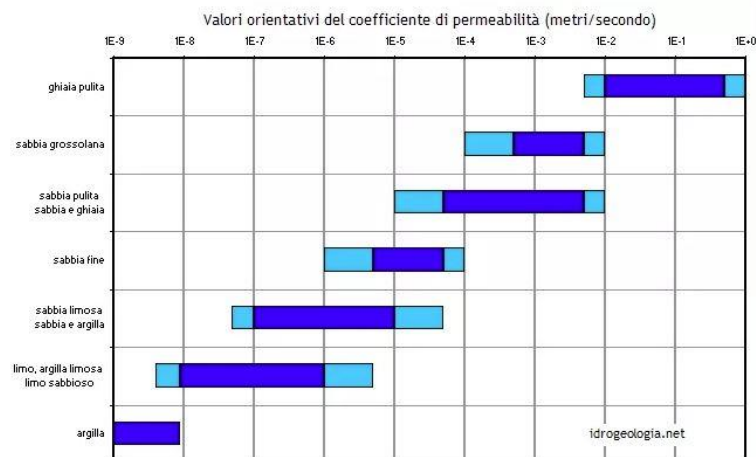
Questo livello non è stato indagato tramite prove di permeabilità dirette. Una stima, seppur genenrale ed indicativa può essere ricavata dalla relazione empirica proposta da Hazen che lega la permeabilità di un terreno alla granulometria ed in particolare ad D10.

I valori ottenuti sono i seguenti.

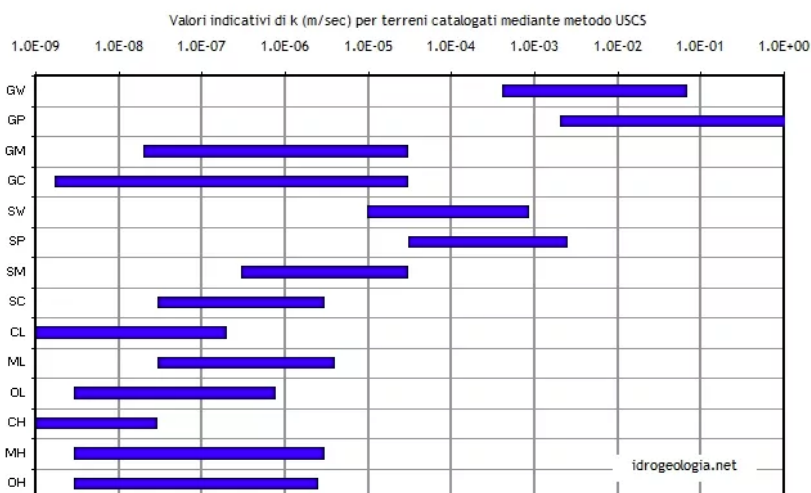
SA2 → $K = 5,6 \cdot 10^{-5}$ m/s → permeabilità media → drenaggio buono

SA4 → $K = 7,2 \cdot 10^{-5}$ m/s → permeabilità media → drenaggio buono

Tali valori rientrano nei parametri forniti in letteratura.



Valori orientativi del coefficiente di permeabilità orizzontale in metri/sec per terreni sciolti a granulometria decrescente dalle ghiaie alle argille



Valori indicativi del coefficiente di permeabilità per una serie di terreni classificati sulla base del metodo USCS (Unified Soil Classification System)

Valori indicativi del coefficiente di permeabilità k per vari terreni.

k (m/s)	1	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷	10 ⁻⁸	10 ⁻⁹	10 ⁻¹⁰	10 ⁻¹¹
Drenaggio	Buono			Povero			Praticamente impermeabile					
	Ghiaia pulita		Sabbia pulita e miscele di sabbia e ghiaia pulita		Sabbia fine, limi organici e inorganici, miscele di sabbia, limo e argilla, depositi di argilla stratificati		Terreni impermeabili, argille omogenee sotto la zona alterata dagli agenti atmosferici					
					Terreni impermeabili modificati dagli effetti della vegetazione e del tempo							

Mandanti:

28

Orizzonte C

Le indicazioni litologiche di questo orizzonte derivano unicamente dal sondaggio PZ4. Si tratta di alternanze di sabbie debolmente limose, sabbie limose e sabbie fini di colore prevalentemente grigio.

Al suo interno si è osservato (tra la profondità di circa 8 e 9 m) un livello di limo debolmente sabbioso.

Si estende, in corrispondenza del sondaggio PzZ4, tra circa i -5 e -14 m da piano campagna.

Le indicazioni derivate dalle prove penetrometriche dinamiche P8 e P12 danno indizi che sia la profondità di inizio di questo orizzonte, sia il suo spessore non sono costanti ma variano da punto a punto.

Orizzonte D

Anche le indicazioni litologiche di questo orizzonte derivano unicamente dal sondaggio PZ4.

E' costituito dapprima da alternanze di limi sabbiosi, limi argillosi, sabbie limose seguiti da limi argillosi debolmente sabbiosi. Il colore è grigio.

Si estende, in corrispondenza del sondaggio PzZ4 dalla profondità di circa -14 m da piano campagna fino alla massima profondità investigata (-20 m da p.c.)

Anche per questo orizzonte le indicazioni derivate dalle prove penetrometriche dinamiche P8 e P12 danno indizi sulla non uniformità della sua profondità di inizio.

9.2 ASPETTI LITOTECNICI

Per quanto riguarda gli aspetti litotecnici si possono individuare livelli a differente grado di addensamento.

In linea generale si osserva:

- una certa corrispondenza tra gli orizzonti litologici prima descritti e la suddivisione in livelli basata sul grado di addensamento;
- un andamento simile nella variazione del grado di addensamento con la profondità nelle varie verticali di indagine, ma con passaggi tra i vari livelli posti a profondità differenti nelle varie postazioni indagate.

Stato di addensamento	Nspt (colpi/30 cm)	Qc (Kg/cm ²)
molto sciolto	0 – 4	< 20
sciolto	4 – 10	20 – 40
moderatamente addensato	10 – 30	40 – 120
addensato	30 – 50	120 – 200
molto addensato	> 50	> 200

Con riferimento alle prove penetrometriche P8, P9, P10, P11, P12 e P13 ed ai sondaggio PZ3, PZ4 e PZ5 le caratteristiche dei livelli individuati sono le seguenti.

➤ Livello 1 - può essere ricondotti all'orizzonte litologico A

E' costituito da terreni molto sciolti/molli con valori medi di Nspt minori di 4 c/p e valori medi di Qc inferiori a 20 Kg/cm².

Lo spessore individuato nelle verticali di indagine varia da circa 1,5 m a circa 2,6 m.

➤ Livello 2 - può essere ricondotti all'orizzonte litologico B

Questo livello mostra, in linea generale, un netto e repentino incremento dell'addensamento rispetto al livello soprastante.

E' costituito da terreni moderatamente addensati che presentano al loro interno zone a differente addensamento. Si hanno infatti valori di Nspt che variano tra 8 c/p a 23 c/p.

Con le prove penetrometriche statiche non si hanno fornito indicazioni complete ed esaustive di questo livello in quanto a causa della sua granulometria grossolana è stato indagato solamente per ridotto spessore (≤ 1 m) in quanto ha causato il "disancoraggio" delle eliche di ancoraggio e quindi l'interruzione delle prove.

I valori i Qc si dei primi 50 cm circa variano tra 34 – e 144 Kg/cm².

➤ Livello 3 - può essere ricondotti all'orizzonte litologico C

E' costituito da terreni sciolti con valori medi di Nspt di 6 – 7 c/p.

➤ Livello 4 - può essere ricondotti all'orizzonte litologico D

E' costituito da terreni moderatamente addensati con valori medi di Nspt di 8 – 17 c/p.

10. ASPETTI AMBIENTALI

Come già accennato, sono stati prelevati dei campioni di terreno al fine di caratterizzarli chimicamente.

Campioni per laboratorio analisi chimiche		
Nome campione	profondità campionamento	Set analitico
SA1	-0,3/-1,0 m	B
SB1	-0,5/-1,0 m	A
SA2	-0,5/-1,0 m	A
SB2	-0,5/-1,0 m	A
SA3	-0,5/-1,0 m	A
SB3	-0,5/-1,0 m	A
SA4	-0,5/-1,0 m	B
SB4	-0,5/-0,8 m	B
SA5	-0,5/-1,0 m	A
SA6	-0,5/-1,0 m	A
SC5-C1	-0,5/-1,5 m	A
SC6-C1	-0,5/-1,0 m	B
SC7-C1	-0,5/-1,0 m	A
SC8-C1	-0,5/-1,0 m	B
<u>Set analitico A</u> ✓ Metalli: Arsenico, Cadmio, Cobalto, Cromo totale, Cromo VI, Nichel, Mercurio, Piombo, Rame, Zinco ✓ Idrocarburi pesanti: C>12 ✓ Amianto		
<u>Set analitico B</u> ✓ Metalli: Arsenico, Cadmio, Cobalto, Cromo totale, Cromo VI, Nichel, Mercurio, Piombo, Rame, Zinco ✓ Idrocarburi pesanti: C>12 ✓ Idrocarburi leggeri: C<12 ✓ Amianto ✓ IPA ✓ Composti organici aromatici (BTEX)		

Per quanto riguarda i limiti normativi di riferimento sono stati individuati nelle Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC) dell'Allegato 5 della Parte Quarta, del d.lgs. 152/06.

I risultati delle analisi chimiche condotte evidenziano come tutti i parametri ricercati presentano una concentrazione al di sotto dei limiti imposti per aree a destinazione d'uso verde pubblico, privato e residenziale (colonna A).

Il terreno naturale (per quanto attiene ai campioni analizzati) presenta le caratteristiche ambientali per poter essere riutilizzato in sito o gestito come sottoprodotto.

Villa Guardia, dicembre 2021

Dott. geologo
Frati Stefano



Mandanti:

32